

AUTONOMOUS CELL “SODAMAHER” FOR INDUSTRY 4.0 TESTBED

Petr Dvorský

Bachelor (3), FEEC BUT

E-mail: xdvors11@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Václav Kaczmarczyk

E-mail: kaczmarczyk@feec.vutbr.cz

Abstract: The topics of this article is the design and realization of an autonomous cell for soda production for the testbed of Industry 4.0. Basic construction principles of the autonomous cell are described here. Also the mechanical design and the electrical design are described. The mechanical construction of the cell was designed in CAD NX 12 (Siemens PLM software). Most of the 3D printed parts were printed on 3D printer Tarantula. For the control and communication, the autonomous cell is equipped with PLC SIMATIC S7-1200 (CPU 1214C DC/DC/DC), HMI panel (SIMATIC HMI KPT400 BASIC) and Linksys SD205 switch.

Keywords: Industry 4.0, Testbed, 3D printing, CAD, NX12, WSCAD, PLC

1 ÚVOD

Tento článek se zaměřuje na vývoj autonomní buňky Sodovače pro testbed Průmyslu 4.0. Průmysl 4.0 je interdisciplinární záležitostí a je tedy nutné, aby měl v budoucnu technik nejen výborné znalosti v oboru, ve kterém je specializován, ale taktéž dobré povědomí o oborech s jeho zaměřením souvisejících. Tato vlastnost je důležitá pro budoucí uplatnění, kdy technik neuvažuje nad řešením problému pouze pohledem jeho úzkého zaměření, ale přemýšlí nad ním z celkové perspektivy projektu a toto řešení dokáže kvalifikovaně diskutovat se členy jiných oborů pracujícím na stejném projektu.

Právě vývoj autonomní buňky prohloubil mé oborové i mimo oborové znalosti, kdy bylo nutné navrhnout celkovou mechanickou konstrukci ve 3D CADu NX12 a tento návrh fyzicky realizovat. Následně vytvořit dokumentaci elektrického zapojení autonomní buňky v program WSCAD a toto zapojení realizovat, tedy zapojit rozvaděč autonomní buňky a vybavit buňku potřebnými snímači a akčními členy.

2 PROJEKT TESTBED PRO PRŮMYSL 4.0 A BUŇKA SODOVAČE

Testbed pro Průmysl 4.0 je vytvářen v rámci výzkumné skupiny průmyslové automatizace na FEKT VUT Brno. Smyslem tohoto projektu je ukázat a zhmotnit představy a principy budoucí továrny pro Průmysl 4.0. Továrnu v tomto případě zastupuje několik autonomních buněk, SCARA robot a dopravníkový pás. Spojením těchto jednotlivých činitelů vzniká plně automatizovaný Barman, jehož výroba je právě postavena na principech Průmyslu 4.0.

Buňka Sodovače tvoří tedy určitou část v tomto testbedu. Jejím úkolem je tedy jednoduše dodat sodu do výrobku, v tomto případě drinku, kdykoliv je tomu zapotřebí. Údaj, jak množství sody bude do výrobku dodáno, je obsažen v receptuře, kterou si s sebou nese samotný drink v podobě NFC tagu.

3 VÝVOJ AUTONOMNÍ BUŇKY

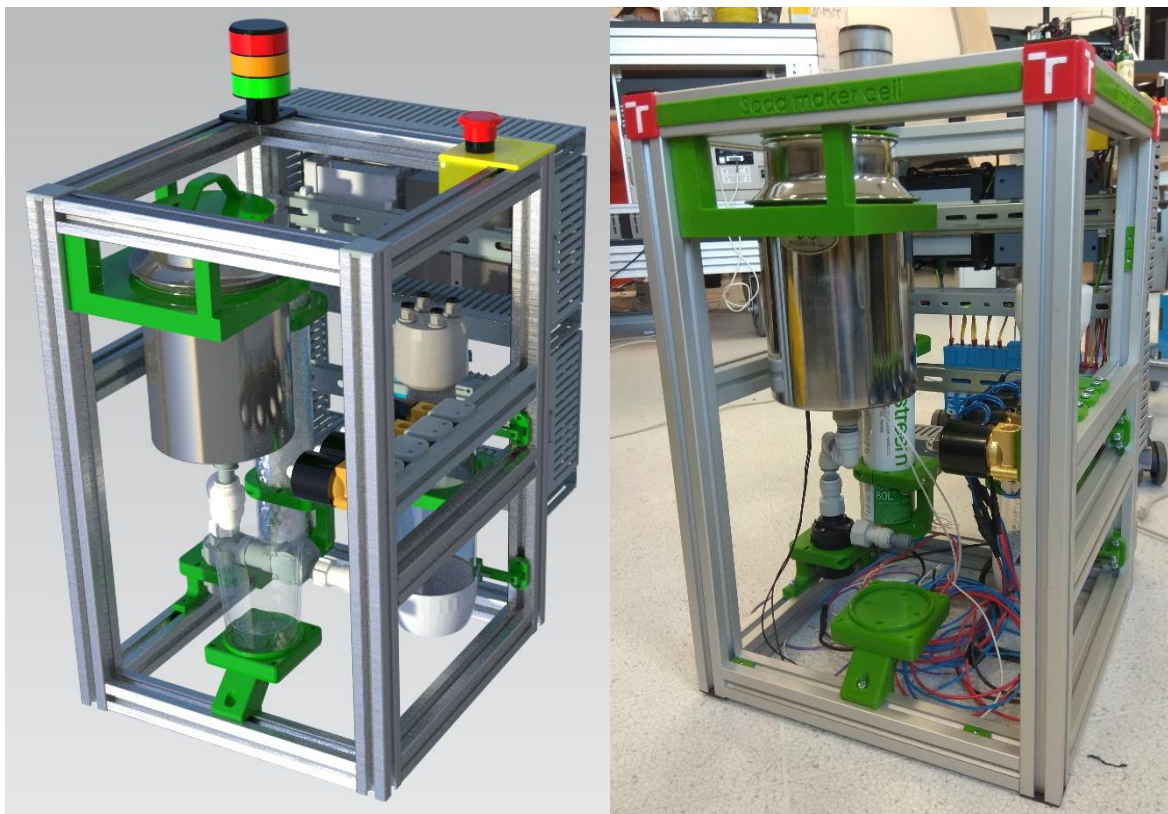
Kompletní vývoj autonomní buňky obsahuje její konstrukční návrh a provedení včetně hydro-pneumatického zapojení. Dále obsahuje elektrické zapojení rozvaděče autonomní buňky včetně potřebných snímačů a akčních členů. V poslední řadě je nutné buňku programově oživit.

3.1 MECHANICKÁ KONSTRUKCE BUŇKY

Buňka je tvořena soustavou standardních hliníkových profilů o průřezu 30×30cm a délkách 50 cm a 30 cm. Tato soustava profilů tedy vytváří kvádrový skelet buňky, uvnitř které se nachází veškerá funkční konstrukce buňky Sodačče. Na čelní straně skeletu buňky je umístěn elektrický rozvaděč, včetně DIN lišt pro uchycení jednotlivých elektrických prvků a hřebenových žlabů pro úschovu kabeláže.

Vývoj jednotlivých konstrukčních dílů je vytvářen v 3D CAD návrhovém prostředí Siemens NX12. Zde je následně virtuálně návrh odzkoušen, zda jeho parametry odpovídají virtuálnímu 3D modelu celé buňky, který je vytvořen taktéž v NX12. Pokud má díl požadované parametry je buď vytisknut na 3D tiskárně nebo zakoupen. Reálně je pak nainstalován do buňky. Tento přístup k návrhu odpovídá právě dvěma myšlenkám Průmyslu 4.0. Dle první z nich je třeba nejdříve vytvořit model, ten virtuálně odzkoušet a až následně jej uvést do praxe. Druhou myšlenkou je snaha využití 3D tisku v průmyslu. [1]

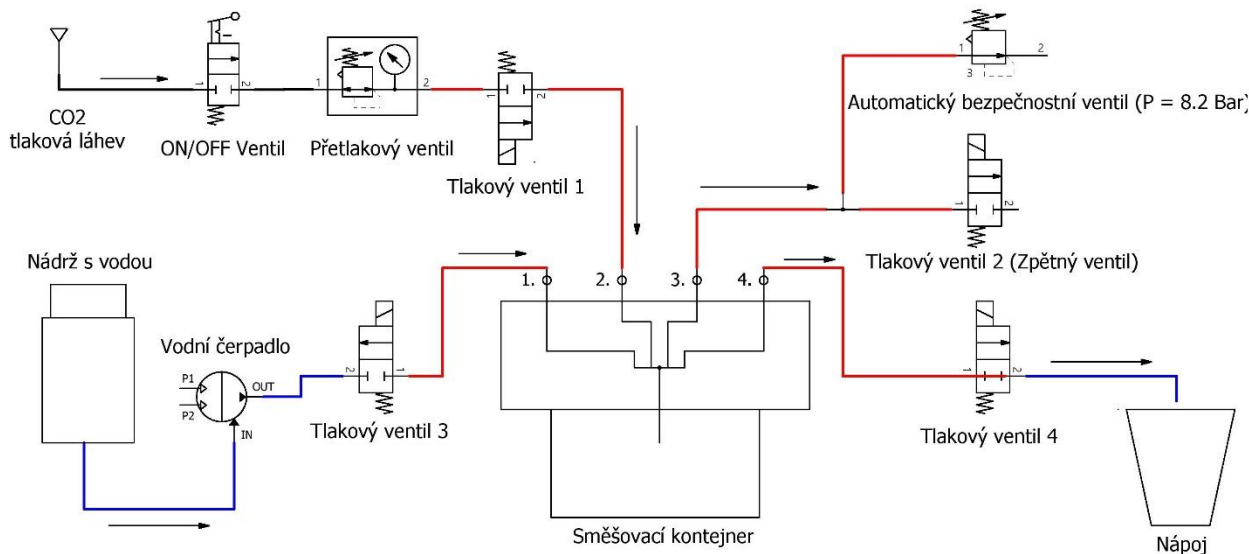
Právě pomocí 3D návrhu a následně 3D tisku byly vyřešeny specifické konstrukční úlohy jako například tlaková spojka se specifickým závitem pro Sodastream, uchycení tlakové láhve pro její tenzometrické vážení a další uchycení jednotlivých komponent, jako jsou tlakové ventily, kapacitní snímače atd.



Obrázek 1: Porovnání 3D modelu autonomní buňky s reálnou podobou.

3.2 HYDRO-PNEUMATICKÉ ZAPOJENÍ BUŇKY

Pro samotnou funkčnost buňky Sodovače je kritické právě zapojení pneumatického rozvodu v kombinaci s rozvodem pitné vody. Následující schéma na obrázku 2 toto zapojení znázorňuje.



Obrázek 2: Hydro-pneumatické zapojení buňky Sodovače

Princip funkčnosti výše uvedeného zapojení je následovný. Nejdříve je do směšovacího kontejneru, v podobě plastové láhve Sodastream, pomocí čerpadla načerpána pitná voda. Následně je voda natlakovaná stlačeným CO₂ a vytvoří se z ní soda. Přeprava sody do drinku je umožněna pomocí diferenci tlaku ve směšovacím kontejneru a tlaku atmosférického. V případě, že je třeba vyrobit další dávku sody, je otevřen zpětný tlakový ventil č.2, čímž dojde k vyrovnání atmosférického a pracovního tlaku. Proces výroby následně může být znovu proveden.

Pro bezproblémovou funkčnost zapojení je nutné vysoký tlak z tlakové láhve CO₂ redukovat. Běžně komerčně dostupná tlaková láhev pro Sodastream je tlakována na maximálně 56 barů (5,6 MPa) [2]. Tento tlak je přetlakovým ventilem redukován na tlak pracovní právě na méně než 10 barů a to vzhledem k maximálním možným tlakům jak pro směšovací kontejner, tak pro tlakové ventily a tlakové rozvody. Taktéž je zde umístěn bezpečnostní přetlakový ventil na 8,2 barů, kdy při překročení této hodnoty uvnitř směšovacího kontejneru ventil začne tlak upouštět. Díky tomuto faktoru nemusíme uvnitř směšovacího kontejneru regulovat tlak a jeho tlakování může být provedeno časovým otevřením tlakového ventilu č.1 (Obrázek 2).

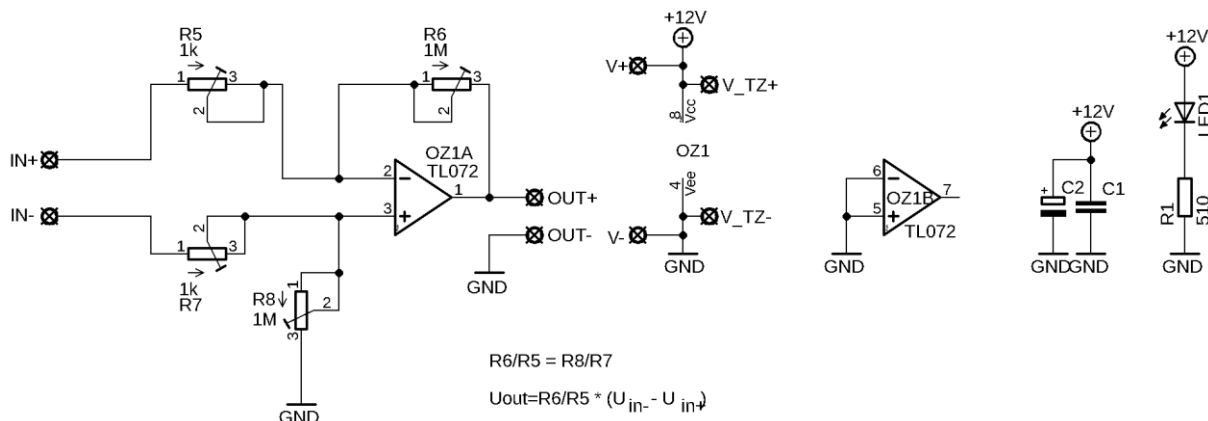
3.3 ELEKTRICKÉ ZAPOJENÍ BUŇKY

Dokumentace elektrického zapojení autonomní buňky byla provedena v programu WSCAD. Program nám umožnil vytvořit přehlednou a snadno pochopitelnou elektrickou dokumentaci, která v takovémto projektu zásadní. Jednotlivé autonomní buňky totiž mají základní jádro rozvaděče totožné. Nejdříve tedy byla ve WSCAD vytvořena elektrická dokumentace pro jednu buňku jako vzor. Následně dokumentace dalších buněk vychází z tohoto vzoru a jsou upravené na požadavkům jednotlivých buněk.

Základní elektrické komponenty pro řízení chodu buňky a komunikaci jsou PLC Siemens 1214C, HMI panel KTP400 Basic a ethernetový switch Linksys SD205. Všechny buňky mají taktéž zapojený bezpečný rozvod napájení, takže buňky bezpečně reagují na STOP tlačítko a výpadek přivedeného napájení. Další elektrické komponenty v buňce již podléhají potřebě danému zaměření buňky.

Příkladem tohoto zaměření může být v buňce Sodovače měření hmotnosti tlakové láhve s CO₂ a tedy aplikace tenzometrické měření se zesilovačem. Původní funkční návrh zesilovače pro toto mě-

ření [3] byl přepracován na sofistikovanější verzi v podobě tištěného spoje doplněného navíc o indikaci napájení v podobě LED signalizace a blokovacích kondenzátorů pro napájení. Úprava zapojení elektrického obvodu a návrh plošného spoje byl proveden v návrhovém prostředí EAGLE.



Obrázek 3: Elektrické schéma zesilovače pro měření s tenzometrem.

4 ZÁVĚR

Autonomní buňka Sodovače byla navržena pro potřeby nově vznikajícího testbedu pro Průmysl 4.0. Při vývoji buňky bylo použito moderního přístupu ke konstrukčním návrhům, tedy trojrozměrné modelování v CAD programu NX12. Dále bylo vytvořeno hydro-pneumatické zapojení pro výrobu sody a buňce bylo dodáno elektrické vybavení s ohledem na její specifické požadavky.

Autonomní buňku Sodovače do budoucna čeká další vývoj, který si klade za cíl dodat takové programové vybavení, které zajistí ovládání buňky v manuálním i automatickém režimu a umožní buňku bezproblémově integrovat do testbedu Průmyslu 4.0.

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat panu doktoru Václavu Kaczmarczykovi a celému týmu výzkumné skupiny průmyslové automatizace FEKT VUT Brno za rady, pomoc a prostředky pro návrh a realizaci tohoto projektu, který je veden jako má bakalářské práce.

REFERENCE

- [1] MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU ČR. Iniciativa Průmysl 4.0 [online], 233 s., [cit.2018-3-10]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/53723/64358/658713/priloha001.pdf>
- [2] SodaStream Carbon Dioxide cylinder.: Safety Data Sheet in accordance with EU Regulation 453/2010 [online]. June 2011, 5 [cit. 2019-03-10]. Dostupné z: https://images.clasohlson.com/medias/sys_master/9543017955358.pdf
- [3] PODRABSKÝ, Tomáš. Návrh, simulace a realizace funkčních modulů testbedu Průmysl 4.0 [online]. Brno, 2018 [cit. 2019-03-10]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/110803?zp_id=110803. Diplomová práce. FEKT VUT Brno. Vedoucí práce Ing. Václav Kaczmarczyk, Ph.D.